Étude des performances de croissance de deux tilapias (*Tilapia zillii* et *T. guineensis*) et de leurs hybrides en cage flottante

by

Céline S.K. NOBAH (1), Tidiani KONE (1), Issa N. OUATTARA (1),
Paul E. KOUAMELAN (1), Valentin N'DOUBA (1) & Jos SNOEKS (2)

RÉSUMÉ. - Des *Tilapia zillii* (Gervais, 1848), *T. guineensis* (Bleeker, 1862) et leurs hybrides F1A [*T. zillii* (mâle) × *T. guineensis* (femelle)] et F1B [*T. zillii* (femelle) × *T. guineensis* (mâle)] ont fait l'objet d'un élevage expérimental en cages flottantes dans le lac d'Ayamé (Côte d'Ivoire). Le poids moyen initial de mise en élevage des alevins mâles était de 14,3 ± 0,5 g et la densité de mise en charge de 100 individus/m^3. Après 140 jours d'élevage, le taux de survie des tilapias hybrides (F1A : 98,30 ± 1,15% ; F1B : 91,50 ± 0,71%) est du même ordre de grandeur que celui de l'espèce parentale *T. zillii* (100%). Le taux de croissance spécifique est plus important chez les hybrides (F1A : 1,33 ± 0,03%/j ; F1B : 1,06 ± 0,08%/j), que chez les espèces parentales (*T. zillii* : 0,85 ± 0,04%/j ; *T. guineensis* : 0,74 ± 0,05%/j). Aucune différence n'est enregistrée au niveau du coefficient de variation du poids final. L'indice de transformation alimentaire des hybrides (F1A : 5,99 ± 0,45 ; F1B : 6,85 ± 1,65) est comparable à celui de *T. guineensis* (6,05 ± 1,00), mais faible par rapport à celui de *T. zillii* (8,92 ± 0,39). Dans l'ensemble, les performances de survie, de croissance et de conversion alimentaire des hybrides F1A sont supérieures à celles des espèces parentales.

ABSTRACT. - Study of the growth performances of two tilapias (*Tilapia zillii* and *T. guineensis*) and their hybrids in floating cage.

Following the construction of a hydroelectric power dam, the Ayame man-made lake has been created on the Bia River basin (Ivory Coast). The artificial environment of this lake allowed a massive hybridization between *Tilapia zillii* (Gervais, 1848) and *T. guineensis* (Bleeker, 1862). These fishes play a noticeable commercial role, as they are regularly found in the catch of fishermen in most of the inland waters of Ivory Coast. Based on the numerical importance of these hybrid tilapias in Ayame Lake and the fact that they are important food fish, it appeared interesting to sound out their growth performances under culture conditions. The present study was conducted from January to May 2001 (140 days) in experimental floating cages located in Ayame man-made lake. With a capacity of 1 m^3 (5 mm mesh-size plastic nets) the bottom of each cage was daubed with a 1 mm mesh-size plastic net to limit the loss of food. Broodstocks of *Tilapia zillii* and *T. guineensis* were caught in Ayame man-made lake. The broodstock assignment to *T. zillii* or *T. guineensis* genomes was performed by complete cytochrome b sequence in a previous study. After mating in cemented tanks, fingerlings of hybrid tilapias F1A [*T. zillii* (male) × *T. guineensis* (female) and F1B [*T. zillii* (female) × *T. guineensis* (male)] and those of the parental species (*T. zillii* and *T. guineensis*) were transferred into floating cages at an average mean weight of 12 g. Male fishes were stocked at 100 fish/m^3 density and 14.3 ± 0.5 g initial mean weight for the study of the growth performances. During the experiment, fishes were fed with a 30% protein pelleted commercial food. At the end of the experiment, survival rate of all hybrid tilapias (F1A : 98.30 ± 1.15% ; F1B : 91.50 ± 0.71%) was comparable to that of the parental species *T. zillii* (100%). Specific growth rates of hybrid tilapias (F1A : 1.33 ± 0.03%/d ; and F1B : 1.06 ± 0.08%/d) were higher than those of the parental species. Coefficients of variation of final weights recorded in all tested groups (24.65 ± 2.48 – 32.77 ± 5.67%) were comparable. Food conversion ratio of hybrid tilapias (F1A : 5.99 ± 0.45 ; and F1B : 6.85 ±1.65) was comparable to that of *T. guineensis* (6.05 ± 1.00) but lower than data recorded in *T. zillii* (8.92 ± 0.39). Overall performances, based on survival, growth and feed conversion ratio proved hybrid tilapias F1A to be better than the other hybrids and the parental species.

Key words. - Cichlidae - *Tilapia zillii* - *Tilapia guineensis* - Ivory Coast - Growth - Hybrids - Floating cage.

Les tilapias sont connus pour leur capacité à s'hybrider en captivité (Agnèse *et al*., 1998). Ce potentiel a été beaucoup utilisé pour l'amélioration de la production à travers la réalisation de croisements interspécifiques (Wohlfarth, 1994 ; Penman et McAndrew, 2000). Selon Rieseberg (1995) et Van der Bank (2000), les performances des hybrides ne sont pas toujours intermédiaires entre celles des souches parentales. Ces performances peuvent être supérieures, lorsqu'elles sont gouvernées par des gènes favorables dominants issus de chaque souche parentale (Wohlfarth, 1994 ; Mukherjee, 2001). C'est le cas par exemple du tilapia rouge (hybride issu du croisement entre *Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1758 et *O. mossambicus* Peters, 1852) largement utilisé en pisciculture aux Philippines, à Taiwan et en Inde (Siddiqui et Al-Harbi, 1995 ; Garduno-Lugo *et al*., 2003 ; Keshavanath *et al*., 2004). En dehors de l'accroissement de la production, les croisements interspécifiques ont aussi été utilisés pour l'amélioration de la coloration du corps et de la

(1) Laboratoire d'Hydrobiologie, UFR Biosciences, Université de Cocody-Abidjan, 22 BP 582 Abidjan 22, CÔTE D'IVOIRE. [Ktidiani@yahoo.fr]

(2) Laboratoire de Zoologie et d'Ichtyologie, Musée Royal de l'Afrique Centrale 13, 3080 Tervuren et Laboratoire d'Anatomie comparée et Biodiversité, Katholieke Universiteit Leuven, BELGIQUE.

tolérance aux facteurs environnementaux tels que la température et la salinité (Pillay, 1993).

En milieu naturel, plusieurs cas d'hybridation ont été observés chez les tilapias, suite à l'introduction d'une nouvelle espèce ou après une perturbation de l'écosystème aquatique (Agnèse *et al.*, 1998). La perturbation de la rivière Bia (Côte d'Ivoire) par la création du lac de barrage d'Ayamé en 1959, a induit une hybridation interspécifique massive entre *Tilapia zillii* (Gervais, 1848) et *T. guineensis* (Bleeker, 1862) (Pouyaud, 1995). Thys van den Audenaerde *et al.* (1998) indiquent que la proportion de ces hybrides dans les captures de la pêche commerciale entre 1995 et 1998 était de 24%, contre seulement 4% pour *T. zillii* et 2% pour *T. guineensis*. Cette présence massive des hybrides dans les captures pourrait être le signe d'une bonne adaptation aux conditions du lac.

De nombreuses études ont été réalisées sur *Tilapia zillii* et *T. guineensis* (Legendre, 1986 ; Legendre et Ecoutin, 1989 ; Doudet, 1991 ; Legendre, 1991 ; Changadeya *et al.*, 2003). Si nombre d'entre elles ont montré que ces deux espèces ne présentaient pas un grand intérêt pour la pisciculture, il n'existe en revanche aucune donnée sur les performances de croissance des hybrides issus du croisement entre ces deux espèces.

La présente étude a pour but de déterminer les performances de croissance de ces tilapias hybrides élevés dans des cages flottantes expérimentales implantées dans le lac de barrage d'Ayamé.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Matériel biologique

Les *Tilapia zillii* et *T. guineensis* utilisés comme géniteurs dans cette étude sont issus d'un stock de poissons capturés dans le lac de barrage d'Ayamé et identifiés selon Trewavas (1982), Teugels et Thys van den Audenaerde (1992) et Pouyaud (1995). La pureté de ces géniteurs a été confirmée par l'étude de la séquence complète du cytochrome b (Falk, 2004). La reproduction a été réalisée à la Station Piscicole des Eaux et Forêts d'Aboisso (5°24'N et 3°51'W) dans des bassins en béton de 15,6 m^2. Ces structures sont munies d'un système de piégeage (toile de 1 mm de vide de maille) des poissons indésirables. Au cours de la reproduction, quatre croisements (4 couples dans chaque cas) de durée (nombre de jours entre la mise en charge des géniteurs et l'observation des premiers alevins) variable ont été réalisés : (1) deux croisements intraspécifiques avec les souches parentales *T. zillii* (durée : 26 jours) et *T. guineensis* (durée : 29 jours) ; (2) deux croisements interspécifiques réalisés entre *T. zillii* (mâle) et *T. guineensis* (femelle) (27 jours) d'une part et d'autre part entre *T. zillii* (femelle) et *T. guineensis* (mâle) (35 jours). Les hybrides issus de ces deux derniers croisements ont été respectivement nommés F1A et F1B. Les quatre lots d'alevins (*T. zillii*, *T. guineensis* et les hybrides F1A et F1B) obtenus à l'issue de la phase de reproduction ont été nourris pendant 60 jours, à l'aide d'un aliment commercial farineux contenant 30% de protéine, 6% de matière grasse et 7% de matière cellulosique. A partir d'un poids moyen de 12,4 ± 0,6 g, ces alevins ont été transférés en cages flottantes sur le lac de barrage d'Ayamé où ils ont été mis en stabulation pendant 15 jours avant le démarrage des essais.

Méthodes expérimentales

L'étude des performances de croissance des 4 groupes expérimentaux a été réalisée entre janvier et mai 2001 (140 jours) dans des cages flottantes installées sur le lac de barrage d'Ayamé. Douze cages flottantes ont été utilisées. Ces cages dérivent de celles mises en œuvre par Coche (1978) et Cavailles *et al.* (1981). D'un volume utile de 1 m^3, chaque cage est constituée d'une armature en bois (1 × 1 × 1,5 m) habillée de grille NORTENE de 5 mm de vide de maille.

À la fin de la période de stabulation, les alevins ont été sexés deux fois (à deux semaines d'intervalle) en utilisant du bleu de méthylène et une loupe manuelle (100 mm de diamètre). Pour chaque groupe étudié, 300 alevins (choisis sur la base de l'homogénéité des poids) de sexe mâle et d'un poids moyen de 14,3 ± 0,5 g ont été élevés à la densité de 100 individus/m^3. Chaque groupe a été répliqué trois fois. Les poissons ont reçu un aliment commercial présenté sous forme de granulés de 2 mm de diamètre et de même composition que celui ayant servi à nourrir les alevins. La formule de nourrissage utilisée est celle déterminée chez *Oreochromis niloticus* par Mélard (1986) :

$Rmax = 0,193 \times P^{0,685}$ avec Rmax = ration alimentaire journalière en gramme et P = poids corporel du poisson en gramme.

Tous les 14 jours, cette ration a été réajustée après une pêche de contrôle au cours de laquelle le poids moyen (mesuré à 0.1 g près) et le nombre des individus contenus dans chaque cage ont été déterminés. La température, le taux d'oxygène dissous, le pH et la transparence de l'eau ont été mesurés 3 jours par semaine à l'aide d'un oxymètre de modèle WTW OXY 330 (température et taux d'oxygène), d'un pH-mètre de modèle WTW pH 330 et d'un disque de Secchi (diamètre 30 cm).

À la fin de l'expérience, le taux de survie (Ts), le taux de croissance spécifique (Gp), le coefficient de variation du poids final (Cv), l'indice de transformation alimentaire (Ia) et l'hétérosis (H) ont été déterminés à partir des formules suivantes :

- Taux de survie : Ts (%) = (nf / ni) × 100 ; avec nf = nombre final de poissons et ni = nombre initial de poissons.
- Taux de croissance spécifique : Gp (%/j) = 100 × [ln(Pmf) – ln(Pmi)] / t ; avec Pmf = poids moyen final des

poissons, Pmi = poids moyen initial des poissons et t = durée de l'élevage.

- Coefficient de variation du poids final : Cv (%) = 100 × (écart-type/poids moyen).

- Indice de transformation alimentaire : Ia = P / B ; avec P = poids total de l'aliment distribué et B = biomasse produite.

- Hétérosis : H (%) = 100 × [(m_h – m_p) / m_p] ; avec m_h = performance moyenne des hybrides et m_p = performance moyenne des parents.

Les résultats sont présentés sous forme de moyennes ± écarts-types. La comparaison deux à deux des valeurs de taux de survie (table de contingence) et du coefficient de variation du poids final a été réalisée à partir du test du Chi^2. Les taux de croissance spécifique et les indices de transformation alimentaire des différents groupes, ont été comparés à l'aide d'une analyse de variance (ANOVA) à un critère, suivie de comparaisons multiples des moyennes de groupe par le test *HSD* de *Tukey*. Les différences ont été considérées significatives au seuil de 5%. Les analyses ont été effectuées à l'aide du logiciel STATISTICA 6.0 (Statsoft, Inc.).

Tableau I. - Valeurs minimales, maximales et moyennes de la température, du taux d'oxygène dissous, du pH et de la transparence de l'eau enregistrées au cours des élevages en cage flottante sur le lac de barrage d'Ayamé (Côte d'Ivoire). *[Minimum, maximum and mean values of temperature, dissolved oxygen, pH and transparency measured during the trials in floating cages in Ayame man-made lake (Ivory Coast).]*

	Température (°C)	Oxygène dissous (mg/l)	pH	Transparence (mm)
Minimum	23,5	2,82	7,17	550
Maximum	33,9	15,35	8,56	1600
Moyenne	30,8	7,59	7,98	1371

RÉSULTATS

Les valeurs minimales, maximales et moyennes des variables environnementales enregistrées au cours de cette étude sont présentées dans le tableau I. La température, le taux d'oxygène dissous, le pH et la transparence du milieu d'élevage ont varié respectivement entre 23,5 et 33,9 °C ; 2,82 et 15,35 mg/l ; 7,17 et 8,56 et entre 550 et 1600 mm.

Après 140 jours d'élevage en cage flottante, le taux de survie (Ts) des *T. zillii* (100%) est supérieur à celui des *T. guineensis* (82,28 ± 4,63%) (Chi^2 ; p < 0,05). Les valeurs de Ts des hybrides F1A (98,30 ± 1,15%) ne diffèrent pas (Chi^2 ; p < 0,05) de celles des hybrides F1B (91,50 ± 0,71%). Elles sont du même ordre de grandeur (Chi^2 ; p > 0,05) que celles de *T. zillii* mais plus élevées (Chi^2 ; p < 0,05) que chez *T. guineensis* (Tab. II).

Les taux de croissance spécifique (Gp) de *T. zillii* (0,85 ± 0,04%/j) et *T. guineensis* (0,74 ± 0,05%/j) ne diffèrent pas de façon significative (Anova ; p > 0,05). Le Gp des hybrides F1A (1,33 ± 0,03%/j) est supérieur (Anova ; p < 0,05) à celui des hybrides F1B (1,06 ± 0,08%/j). Ces deux dernières valeurs sont elles-mêmes plus élevées (Anova ; p < 0,05) que celles qui sont enregistrées chez chacune des espèces parentales (Tab. II). Sur toute la durée de l'élevage, l'augmentation du poids moyen est relativement plus rapide chez les hybrides F1A et F1B que chez les espèces parentales *T. zillii* et *T. guineensis* (Fig. 1).

Le coefficient de variation du poids final chez les espèces parentales est de 28,34 ± 2,77% (*T. zillii*) et de 24,65 ± 2,48% (*T. guineensis*) contre 32,77 ± 5,67% (F1A) et 29,26 ± 4,07% (F1B) chez les hybrides (Tab. II). Ces valeurs ne diffèrent pas significativement (Chi^2 ; p > 0,05).

La valeur la plus élevée de l'indice de transformation alimentaire (Ia) est notée chez *T. zillii* (8,92 ± 0,39) et la plus faible chez les tilapias hybrides F1A (5,99 ± 0,45). Cette der-

Tableau II. - Valeurs moyennes et écart-types inter-réplicats du taux de survie (Ts), du taux de croissance spécifique (Gp), du coefficient de variation du poids final (Cv) et de l'indice de transformation alimentaire (Ia) de *Tilapia zillii*, *T. guineensis*, des hybrides F1A [*T. zillii* (mâle) × *T. guineensis* (femelle)] et F1B [*T. zillii* (femelle) × *T. guineensis* (mâle)] après 140 jours d'élevage en cages flottantes dans le lac de barrage d'Ayamé (Pmi = poids moyen initial). Les moyennes affectées de lettres différentes sont statistiquement différentes au seuil de 0,05) (± écart type entre réplicats). *[Mean values and inter-replicate standard deviation of survival rate (Ts), specific growth rate (Gp), final weight variation coefficient (Cv) and feed conversion ratio (Ia) of* T. zillii, T. guineensis, *hybrid tilapias F1A [*T. zillii *(male) ×* T. guineensis *(female)] and F1B [*T. zillii *(female) ×* T. guineensis *(male)] after 140 days of trials in floating cages in Ayame man-made lake (Pmi = initial mean weight). Means with different letters in the same column are significantly different (p < 0.05). (± : standard deviation).]*

	Pmi (g)	Ts (%)	Gp (%/j)	Cv (%)	Ia
ddl	3	-	3	-	3
F	0,586	-	4,006	-	16,482
P	0,639	-	0,009	-	0,001
Tilapia zillii	14,12 ± 1,14	100,00 ± 0,00a	0,85 ± 0,04a	28,34 ± 2,77	8,92 ± 0,39a
T. guineensis	14,35 ± 0,53	82,28 ± 4,63b	0,74 ± 0,05a	24,65 ± 2,48	6,05 ± 1,00b
Hybride F1A	14,35 ± 1,00	98,30 ± 1,15a	1,33 ± 0,03b	32,77 ± 5,67	5,99 ± 0,45b
Hybride F1B	13,69 ± 1,44	91,50 ± 0,71a	1,06 ± 0,08c	29,26 ± 4,07	6,85 ± 1,65b
Hétérosis (%)	-	+ 4,13	+ 50,31	+ 17,06	- 14,23

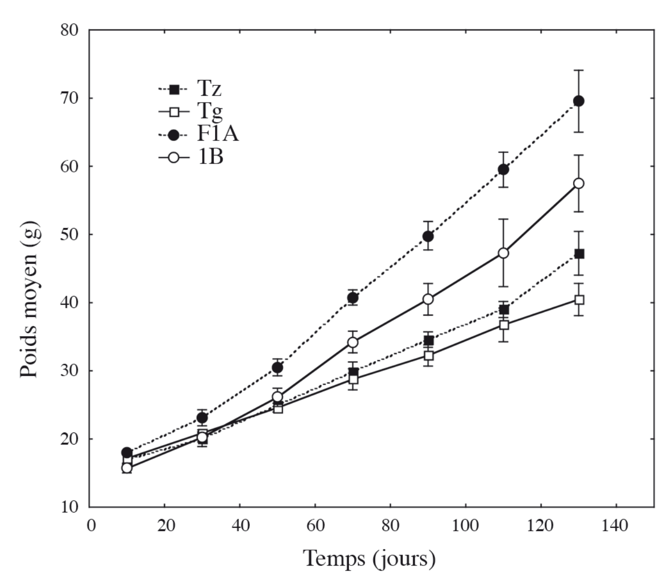


Figure 1. - Evolution du poids moyen (g) de *Tilapia zillii*, *T. guineensis* et des tilapias hybrides F1A [*T. zillii* (mâle) × *T. guineensis* (femelle)] et F1B [*T. zillii* (femelle) × *T. guineensis* (mâle)] élevés en cage flottante dans le lac d'Ayamé (Côte d'Ivoire). Les barres verticales indiquent les écart-types inter-réplicats. *[Evolution of the mean weight (g) of* T. zillii, T. guineensis, *hybrid tilapias F1A (*T. zillii *male ×* T. guineensis *female) and F1B (*T. zillii *female ×* T. guineensis *male) reared in floating cages located in Ayame Lake (Ivory Coast). The vertical bars correspond to inter-replicate standard deviation].*

nière ne diffère pas significativement (Anova ; p > 0,05) de celles des hybrides F1B (6,85 ± 1,65) et de *T. guineensis* (6,05 ± 1,00) (Tab. II).

DISCUSSION

Les caractéristiques physico-chimiques (température, taux d'oxygène dissous, pH et transparence) enregistrées au cours de cette étude se situent dans la gamme requise pour l'élevage des tilapias (Philippart et Ruwet, 1982 ; Ross, 2000).

L'étude comparative entre les espèces parentales (*Tilapia zillii* et *T. guineensis*) et les tilapias hybrides (F1A et F1B) a permis d'identifier les groupes les plus performants pour chacun des paramètres (taux de survie, taux de croissance spécifique et indice de transformation alimentaire). Les résultats ont montré que les taux de survie sont plus intéressants chez les hybrides F1A, F1B et chez *T. zillii*. Le meilleur taux de croissance spécifique a été noté chez les hybrides F1A tandis que les indices de transformation alimentaire les plus intéressants ont été enregistrés tant chez *T. guineensis* que chez les hybrides F1A et F1B. D'une façon générale, les hybrides F1A semblent donc plus intéressants que les hybrides F1B, *T. zillii* et *T. guineensis*. En revanche, les coefficients de variation du poids final des espèces parentales ne sont pas différents de ceux de leurs hybrides. Ces résultats indiquent qu'il n'y a pas d'effet du croisement sur la variabilité des performances.

Les valeurs d'indice de transformation alimentaire enregistrées dans cette étude sont particulièrement élevées (supérieures à 5) alors que des valeurs de 1,31-3,37 sont couramment signalées dans les élevages de tilapias (Shiau et Chin, 1999 ; Naylor *et al*., 2000 ; Bahurmiz et Ng, 2007). En cage-enclos, Legendre *et al*. (1989) ont cependant enregistré chez *Tilapia guineensis* nourri avec un aliment commercial titrant 31% de protéines des indices de transformation alimentaire compris entre 6,3 et 7,5. Ces auteurs avaient alors indiqué une mauvaise utilisation de l'aliment artificiel. Les Ia observés dans cette étude (5,99-8,92) sont du même ordre de grandeur que ceux qui sont notés par Legendre *et al*. (1989).

Telles qu'observées dans la présente investigation pour le taux de survie, le taux de croissance spécifique, le coefficient de variation du poids final et l'indice de transformation alimentaire, les performances des hybrides ne sont pas toujours intermédiaires entre celles des espèces parentales. Ce résultat va dans le même sens que plusieurs études publiées dans le même groupe d'espèces. En effet, lors de croisements effectués entre *Oreochromis niloticus* et *O. aureus,* Doudet (1991) et Siddiqui et Al-Harbi (1995) notent chez les hybrides F1 des caractéristiques de croissance (gain de poids journalier et indice de transformation alimentaire) plus intéressantes que celles des espèces parentales. Une étude de la croissance de *O. niloticus*, *O. macrochir* et de leurs hybrides [*O. niloticus* (femelle) × *O. macrochir* (mâle)] a également montré une croissance plus forte chez les hybrides (Micha *et al*., 1996). De même, Behrends *et al*. (1982) indiquent que les hybrides (F1) issus du croisement entre *O. hornorum* et *O. mossambicus* ont de meilleurs taux de survie et de croissance, comparativement aux espèces parentales. D'autres auteurs (Siddiqui et Al-Harbi, 1995 ; Toguyeni *et al.,* 1997) ont cependant indiqué que les performances de croissance des hybrides pouvaient être comprises entre celles des espèces parentales.

Par ailleurs, des hybrides interspécifiques se sont parfois montrés moins performants que les souches parentales (Bartley *et al*., 2000). En effet, à la fin d'une expérience d'hybridation, Otubusin (1988) indique que la croissance des hybrides [*Oreochromis niloticus* (femelle) × *Sarotherodon galilaeus* Linnaeus, 1758 (mâle)] est inférieure à celle des espèces parentales dont ils sont issus. L'ensemble de ces travaux confirme les observations de Van der Bank (2000) qui indiquent que les performances des hybrides ne sont pas toujours intermédiaires entre celles des espèces parentales.

L'hétérosis de croissance a été de + 50,31%. Des valeurs comprises entre - 5,8 et + 14,0% (Bentsen *et al*., 1998) et de + 28,3% (Jayaprakas *et al*., 1988) ont été signalées chez des *Oreochromis niloticus* de différentes souches et leurs hybrides. Chez les hybrides interspécifiques issus du croisement

entre *O. niloticus* et *O. aureus* et chez le tilapia rouge (issus du croisement entre *O. niloticus* et *O. mossambicus*), Siddiqui et Al-Harbi (1995) notent respectivement un hétérosis de + 14,3% et + 7,62%. L'hétérosis de croissance enregistré dans la présente étude (+ 50,31%) est supérieur à ceux qui sont exprimés par les hybrides intraspécifiques et interspécifiques de *O. niloticus*, *O. aureus* et *O. mossambicus*. La distance génétique entre *T. zillii* et *T. guineensis* (0,161) est plus grande que celles entre *O. niloticus* et *O. mossambicus* (0,154) ou *O. aureus* (0,134) (Pouyaud et Agnèse, 1995). Bentsen *et al.* (1998) et Wang et Xia (2002) indiquent que l'effet d'hétérosis est élevé dans les croisements entre populations génétiquement distantes. Cet éloignement génétique des espèces parentales utilisées pourrait donc expliquer le fort taux d'hétérosis enregistré dans cette étude. Selon Maluwa et Gjerde (2006a), l'avantage d'utiliser les hybrides en aquaculture n'est cependant pas déterminé par le pourcentage d'hétérosis seul. En effet, en plus de ce paramètre, Maluwa et Gjerde (2006b) indiquent l'importance de l'effet génétique additif du croisement de souches. La différence de performances moyennes (survie et croissance) entre les hybrides et leurs parents est donc liée à des facteurs génétiques (Behrends *et al.*, 1982 ; Siddiqui et Al-Harbi, 1995). Selon Van der Bank (2000), cette différence s'expliquerait par : (1) l'augmentation du taux de mutation chez les hybrides, (2) l'action de nouvelles combinaisons alléliques, (3) l'expression ou non des allèles sous de nouvelles régulations et (4) la fixation des allèles récessifs.

Les facteurs environnementaux sont également susceptibles de faire varier l'hétérosis observé (Ross, 2000). D'après l'étude comparative du taux de survie, les hybrides étudiés semblent plus adaptés aux conditions d'élevage que *T. guineensis*. Cette dernière espèce est, selon Teugels et Thys van den Audenaerde (1992), naturellement adaptée aux zones côtières, allant du Sénégal jusqu'en Angola. Quant à *T. zillii*, bien que signalée dans les zones côtières ouest africaines, cette espèce est surtout présente dans les eaux continentales. Ces données sur la distribution géographique pourraient sous-tendre une plus grande prédisposition naturelle de *T. zillii* à vivre dans les eaux douces du lac de barrage d'Ayamé. Du point de vue de la survie, les hybrides étudiés pourraient, par conséquent, avoir hérité des caractères de cette dernière espèce. Toutefois, les taux de survie observés dans la présente étude ne suffisent pas à expliquer la présence massive (24%) des hybrides dans les captures de la pêche commerciale du lac d'Ayamé (Thys van den Audenaerde *et al.*, 1998). Ces hybrides ne sont peut-être plus des hybrides F1 et leur "bonne adaptation" résulterait alors de phénomènes beaucoup plus complexes que ceux qui ont été observés dans le cadre de cette étude.

Remerciements. - Les auteurs remercient le personnel du Laboratoire d'Hydrobiologie (Université de Cocody, Côte d'Ivoire) pour leur contribution au travail pratique. Ils remercient également l'éditeur et les arbitres anonymes pour leurs critiques et suggestions. Cette étude a été réalisée dans le cadre d'un projet de coopération intitulé "Optimisation du potentiel piscicole du lac de barrage d'Ayamé : pisciculture expérimentale en cages flottantes" et financé par la Coopération technique belge.

RÉFÉRENCES

AGNÈSE J.F., ADEPO-GOURENE B. & L. POUYAUD, 1998. - Natural hybridisation in tilapias. *In*: Genetics and aquaculture in Africa (Agnèse J.F., ed.), pp. 95-104. Paris: ORSTOM.

BAHURMIZ O.M. & W.K. NG, 2007. - Effects of dietary palm oil source on growth, tissue fatty acid composition and nutrient digestibility of red hybrid tilapia, *Oreochromis* sp., raised from stocking to marketable size. *Aquaculture,* 262(2-4): 382-392.

BARTLEY D.M., RANA K. & A.J. IMMINK, 2000. - The use of interspecific hybrids in aquaculture and fisheries. *Rev. Fish Biol. Fisher.*, 10 : 325-337.

BEHRENDS R.B., NELSON R.G., SMITHERMAN R.O. & N.M. STONE, 1982. - Breeding and culture of the red-gold color phase of tilapia. *J. World Maricult. Soc.*, 13: 210-220.

BENTSEN H.B., EKNATH A.E., PALADA-de VERA M.S., DANTING J.C., BOLIVAR H.L., REYES R.A., DIONISIO E.E., LONGALONG F.M., CIRCA A.V., TAYAMEN M.M. & B. GJERDE, 1998. - Genetic improvement of farmed tilapias: Growth performance in a complete diallel cross experiment with eight strains of *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture*, 160(1): 145-173.

CAVAILLES M., KONAN K. & T. DOUDET, 1981. - Essai d'Élevage de Poissons en Cage flottante en Eaux continentales (CTFT Division Recherche Pisciculture, ed.). 28 p. Bouaké (Côte d'Ivoire).

CHANGADEYA W., MALEKANO L.B. & A.J.D. AMBALI, 2003. - Potential of genetics for aquaculture development in Africa. *NAGA*, 26(3): 31-35.

COCHE A.G., 1978. - Revue des pratiques d'élevage de poissons en cage dans les eaux continentales. *Aquaculture*, 13: 157-189.

DOUDET T., 1991. - Possibilités d'élevage d'espèces et d'hybrides de *Oreochromis* en milieu saumâtre : expérimentations en lagune Ébrié (Côte d'Ivoire) et revue bibliographique. *Rev. Hydrobiol. Trop.*, 24: 335-347.

FALK T.M., 2004. - The utility of complete cytochrome *b* sequences for phylogenetic studies on African tilapiines (Teleostei, Cichlidae). *In*: Biodiversity, Management and Utilisation of West African Fishes (Abban E.K., Casal C.M. V., Dugan P. & T.M. Falk, eds), pp. 20-26. Penang: World Fish Center Proceedings.

GARDUNO-LUGO M., GRANADOS-ALVAREZ I., OLVERA-NOVOA M.A. & G. MUNOZ-CORDOVA, 2003. - Comparison of growth, fillet yield and proximate composition between Stirling Nile tilapia (wild type) (*Oreochromis niloticus*, Linnaeus) and red hybrid tilapia (Florida red tilapia Stirling red *O. niloticus*) males. *Aquacult. Res.*, 34: 1023-1028.

JAYAPRAKAS V., TAVE D. & R.O. SMITHERMAN, 1988. - Growth of two strains of *Oreochromis niloticus* and their F1, F2 and backcross hybrids. *In*: The Second International Symposium on Tilapia in Aquaculture (Pullin R.S.V., Tonguthai K. & J.L. Maclean, eds), pp. 197-201. ICLARM Conference Proceedings.

KESHAVANATH P., GANGADHAR B., RAMESH T.J., VAN DAM A.A., BEVERIDGE M.C.M. & M.C.J. VERDEGEM, 2004. - Effects of bamboo substrate and supplemental feeding on growth and production of hybrid red tilapia fingerlings (*Oreochromis mossambicus* × *O. niloticus*). *Aquaculture*, 235: 303-314.

LEGENDRE M., 1986. - Influence de la densité, de l'élevage monosexe et de l'alimentation sur la croissance de *Tilapia guineensis* et de *Sarotherodon melanotheron* élevés en cage-enclos en lagune Ébrié (Côte d'Ivoire). *Rev. Hydrobiol. Trop.*, 19(1): 19-29.

LEGENDRE M., 1991. - Potentialités aquacoles des Cichlidae (*Sarotherodon melanotheron, Tilapia guineensis*) et Clariidae (*Heterobranchus longifilis*) autochtones des lagunes ivoiriennes. 170 p. Thèse de Doctorat, Univ. Montpellier II.

LEGENDRE M. & J.M. ECOUTIN, 1989. - Suitability of brackish water tilapia species from the Ivory Coast for lagoon aquaculture. I-Reproduction. *Aquat. Living Resour.*, 2: 71-79.

LEGENDRE M., HEM S. & A. CISSE, 1989. - Suitability of brackish water tilapia species from the Ivory Coast for aquaculture. II Growth and rearing methods. *Aquat. Living Resour.*, 2: 81-89.

MALUWA A.O. & B. GJERDE, 2006a. - Genetic evaluation of four strains of *Oreochromis shiranus* for harvest body weight in a diallel cross. *Aquaculture*, 259: 28-37.

MALUWA A.O. & B. GJERDE, 2006b. - Estimates of the strain additive, maternal and heterosis genetic effects for harvest body weight of an F2 generation of *Oreochromis shiranus*. *Aquaculture*, 259: 38-46.

MÉLARD C., 1986. - Les bases biologiques de l'élevage intensif du tilapia du Nil. *Cah. Ethol. Appl.*, 6(3): 1-224.

MICHA J.C., CUVELIER R., TILQUIN C., MURAILLE B., BOURGEOIS M. & U. FALTER, 1996. - Comparative growth of hybrids (F1, F2 and F3) of *Oreochromis niloticus* (L) and *O. macrochir* (Blgr). *In*: The Third International Symposium on Tilapia in Aquaculture (Pullin R.S.V., Lazard J., Legendre M., Amon Kothias J.B. & D. Pauly, eds), pp. 354-360. Manilla: ICLARM Conference Proceedings 41.

MUKHERJEE T.K., 2001. - Genetics for improvement of fish in Malaysia. *In*: Fish Genetics Research in Member Countries and Institutions of the International Network on Genetics in Aquaculture (Gupta M.V. & B.O. Acosta, eds), pp. 65-70. ICLARM Conference Proceedings.

NAYLOR R.L., GOLDBURG R.J., PRIMAVERA J.H., KAUTSKY N., BEVERIDGE M.C.M., CLAY J., FOLKE C., LUBCHENCO J., MOONEY H. & M. TROELL, 2000. - Effect of aquaculture on world fish supplies. *Nature*, 405: 1017-1024.

OTUBUSIN S.O., 1988. - Hybridization trial using *Oreochromis niloticus* and *Sarotherodon galilaeus* in floating bamboo net-hapas in Kainji Lake Basin, Nigeria. *Aquaculture*, 74: 233-237.

PENMAN D.J. & B.J. McANDREW, 2000. - Genetics for the management and improvement of cultured tilapias. *In*: Tilapias, Biology and Exploitation, Fish and Fisheries Series (Beveridge M.C.M. & B.J McAndrew, eds), pp. 227-266. Great Britain: Kluwer Academic Publishers.

PHILIPPART J.C. & J.C. RUWET, 1982. - Ecology and distribution of tilapias. *In*: The Biology and Culture of Tilapias (Pullin R.S.V. & R.H. Lowe-McConnell, eds), pp. 15-59. ICLARM Conference Proceedings 7.

PILLAY T.V.R., 1993. - Aquaculture Principles and Practices. 623 p. Oxford: Fishing News Books.

POUYAUD L., 1995. - Génétique des populations de tilapias d'intérêt aquacole en Afrique de l'Ouest. Relation phylogénétique et structuration populationnelle. 250 p. Thèse de Doctorat, Univ. Montpelier II.

POUYAUD L. & J.F. AGNÈSE, 1995. - Phylogenetic relationships between 21 species of three tilapiine genera *Tilapia*, *Sarotherodon* and *Oreochromis* using allozyme data. *J. Fish Biol.*, 47: 26-38.

RIESEBERG L.H., 1995. - The role of hybridization in evolution: Old wine in new skins. *Am. J. Bot.*, 82: 944-953.

ROSS L.G., 2000. - Environmental physiology and energetics. *In*: Tilapias: Biology and Exploitation (Beveridge M.C.M. & B.J. McAndrew, eds), pp 89-128. Kluwer Academic Publishers, Great Britain: Fish and Fisheries Series 25.

SHIAU S.Y. & Y.H. CHIN, 1999. - Estimation of the dietary biotin requirement of juvenile hybrid tilapia, *Oreochromis niloticus* × *O. aureus*. *Aquaculture*, 170: 71-78.

SIDDIQUI A.Q. & A.H. AL-HARBI, 1995. - Evaluation of three species of tilapia and a hybrid tilapia as culture species in Saudi Arabia. *Aquaculture,* 138: 145-157.

TEUGELS G.G. & D.F.E. THYS VAN DEN AUDENAERDE, 1992. - Les Cichlidae. *In:* Faune des poissons d'eau douces et saumâtres de l'Afrique de l'Ouest, Tome 2 (Lévêque C., Paugy D. & G.G Teugels, eds), pp. 714-779. Paris: ORSTOM.

THYS VAN DEN AUDENAERDE D.F.E., TEUGELS G.G. & N.J. KOUASSI, 1998. - Evolution de la biodiversité des poissons après la construction d'un barrage : cas de la rivière Bia en Côte d'Ivoire. 93 p. Projet VLIR.

TOGUYENI A., FAUCONNEAU B., MÉLARD C., FOSTIER A., LAZARD J., BARAS E., KÜHN E.R., GEYTEN S. & J.F. BAROILLER, 1997. - Sexual dimorphism studies in tilapias, using two pure species, *Oreochromis niloticus* and *Sarotherodon melanotheron*, and their intergeneric hybrids (*O. niloticus* × *S. melanotheron* and *S. melanotheron* × *O. niloticus*). *In*: Tilapia Aquaculture, pp. 200-214. Florida: Proceedings from the Fourth International Symposium on Tilapia Aquaculture, NRAES

TREWAVAS E., 1982. - Generic groupings of Tilapiini used in aquaculture. *Aquaculture*, 27: 79-81.

VAN DER BANK F.H., 2000. - Misconceptions about hybrids. *In*: Biodiversity and Sustainable Use of Fish in the Coastal Zone (Abban E.K., Casal C.M.V., Falk T.M. & R.S.V. Pullin, eds), pp. 12-13. Penang: ICLARM Conference Proceedings 63.

WANG J. & D. XIA, 2002. - Studies on fish heterosis with DNA fingerprinting. *Aquacult. Res.*, 33: 941-947.

WOHLFARTH G.W., 1994. - The unexploited potential of tilapia hybrids in aquaculture. *Aquacult. Fish. Manag.*, 25: 781-788.

Manuscrit reçu le 17 mars 2006.
Accepté pour publication le 5 février 2008.